

"مقاله پژوهشی"

تأثیر تراکم‌های مختلف بچه ماهی کوی (*Cyprinus carpio* var. *koi*) در
استخرهای سیمانی، خاکی و فایبرگلاس بر عملکرد رشد و رنگ پوستکاوس نظری^{۱*}، سیدپژمان حسینی شکرایی^۲، سارا صحیحی^۲

۱- بخش علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

۲- گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۳

چکیده

مطالعه حاضر باهدف مقایسه تأثیر تراکم‌های ۲۰، ۲۵ و ۳۰ عدد ماهی در هر مترمکعب بر پارامترهای رشد و رنگ پوست بچه ماهیان کوی (*Cyprinus carpio* var. *koi*) (وزن اولیه $1/9 \pm 0/8$ گرم) در استخرهای سیمانی، خاکی و مخازن فایبرگلاس با ظرفیت ۱۰۰۰ لیتر در ۹ تیمار و سه تکرار به مدت ۴۵ روز بررسی شد. در پایان دوره آزمایش بیشترین وزن نهایی ($12/38 \pm 1/92$ گرم)، طول نهایی ($551/57 \pm 2/48$ سانتی‌متر)، افزایش وزن ($8/4 \pm 1/3$ گرم)، افزایش طول ($9/51 \pm 1/96$ سانتی‌متر)، درصد افزایش وزن ($551/57 \pm 2/48$ درصد)، نرخ رشد ویژه ($3/73 \pm 0/05$ درصد در روز)، درصد بقاء (۱۰۰ درصد) و کمترین ضریب تبدیل غذایی ($0/74 \pm 0/08$) در استخرهای سیمانی با کمترین تعداد تراکم مشاهده شد ($p < 0/05$). در پارامترهای مذکور به جز درصد بقاء اختلاف معنی‌داری بین تیمار با تراکم ۲۰ و ۲۵ عدد بچه ماهی در هر مترمکعب در استخرهای سیمانی مشاهده نشد ($p > 0/05$). نتایج حاصل از رنگ سنجی پوست نیز بالاترین میزان طیف روشنایی ($56/93 \pm 0/03$)، طیف رنگی قرمز ($3/64 \pm 0/03$) و کروما ($20/66 \pm 2/09$) را در پوست بچه ماهیان پرورش‌یافته در استخرهای سیمانی با کمترین تعداد تراکم و بالاترین میزان خلوص رنگ ($14/75 \pm 1/2$) و طیف رنگ زرد ($14/31 \pm 0/03$) را در استخرهای سیمانی با تراکم ۲۵ عدد ماهی در هر مترمکعب نشان داد ($p < 0/05$). در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که پرورش بچه ماهیان کوی در استخرهای سیمانی با تراکم ۲۵-۲۰ عدد در هر مترمکعب می‌تواند تأثیرات مثبت و معنی‌داری بر عملکرد رشد، کارایی تغذیه و رنگ پوست این ماهیان در مقایسه با تراکم‌های بالاتر و حتی تراکم‌های مشابه در سایر محیط‌های پرورشی نیز داشته باشد.

کلمات کلیدی: ماهی کوی، *Cyprinus carpio* var. *koi*، تراکم، رشد، رنگ سنجی

مقدمه

در طول چهار دهه گذشته تجارت جهانی ماهیان زینتی رشد قابل توجهی داشته است (Broad et al., 2003). به طوری که گردش مالی این صنعت در سال ۲۰۱۵ رقمی بالغ بر ۱۰۰ میلیارد دلار تخمین زده شد (Abidi et al., 2011; Faria et al., 2016). امروزه تجارت جهانی موجودات آبرزی برای آکواریوم‌های خانگی، عمومی و باغ‌ها همراه با تجهیزات و لوازم جانبی آن‌ها به صنعتی چند میلیارد دلاری تبدیل شده که از آن به عنوان صنعت جهانی آبرزی زینتی یاد می‌شود. ماهی کوی (*Cyprinus carpio* var. Koi) که یک وارسته رنگی از کپور معمولی بوده و منشأ آن قاره آسیا است و امروزه جزء یکی از مهم‌ترین گونه‌های ماهیان زینتی محسوب می‌شود، چراکه در حال حاضر در اکثر کشورهای دنیا تکثیر و پرورش می‌یابد (Hickling et al., 2007). گستره تکثیر و پرورش و ارزش اقتصادی این ماهی روزبه‌روز در حال افزایش بوده و در این راه، بهبود تکنیک‌های تغذیه و رنگ‌پذیری از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (Haniffa et al., 2007).

تغییر عملکرد رشد، یکی از شاخص‌های مهم فیزیولوژیکی در ارتباط با بحث تراکم در ماهیان پرورشی است (Abdel-Tawwab et al., 2008). در طول دو دهه اخیر انجام تحقیقات مختلف در زمینه تأثیر تراکم‌های ذخیره‌سازی در پرورش آبرزیان در بین محققین این عرصه از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و دلیل آن اهمیت این فاکتور در بهبود تولیدات آبرزی پروری است (Turnbull et al., 2005). اگرچه تاکنون مطالعات متعددی در زمینه اثر تراکم در ماهیان پرورشی خوراکی تجاری صورت گرفته است

(Kamal and Omar, 2011; Abou-Zied and Ali, 2012; Charoo et al., 2013; Kapinga et al., 2014)، اما اطلاعات محدودی در خصوص تعیین بهترین میزان تراکم در گونه‌های آکواریومی در دسترس است. تراکم تأثیرات مستقیمی بر نرخ بقاء، رشد، رفتار، سلامت، کیفیت آب، تغذیه و تولید آبرزیان داشته و یکی از مهم‌ترین متغیرها در آبرزی پروری بشمار می‌رود (Abou-Zied and Ali, 2012). تراکم بهینه در صنعت پرورش ماهی تحت تأثیر مواردی چون نوع سیستم، گونه آبرزی، سن، شرایط فیزیوشیمیایی و غیره قرار دارد (بهره‌مند و سلیمانی راد، ۱۳۹۶).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که ازدحام جمعیت یکی از عوامل استرس‌زای رایج در آبرزی پروری است که بر ماهی اثر می‌گذارد و ماهی در تلاش برای جبران آن دستخوش یک سری تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک می‌گردد تا از این طریق با تنش به وجود آمده مقابله نماید (زارع و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به رابطه مستقیم بین تراکم و کاهش سطح اکسیژن محلول آب، واکنش‌های فیزیولوژیک ماهیان در برابر استرس تراکم بالا باعث ترشح هورمون‌هایی شده که در نهایت تغییر رنگ پوست ماهیان را سبب می‌شود (Gouvial et al., 1997; Buentello et al., 2000; Gomes et al., 2002).

تغییرات طیف رنگی آبرزیان اکثراً در رابطه با اکولوژی و یا رفتار ماهی بوده و در این میان خوش‌رنگی ماهیان زینتی نقش بسیار مهمی در مقبولیت آن‌ها دارد (Chapman et al., 1997; Kop and Durmaz, 2008). در پرورش ماهیان زینتی کوی، به جز شکل بدن، باله‌ها و اندازه آن‌ها مهم‌ترین عاملی تأثیرگذار بر قیمت فروش این ماهیان است (شادی و

پیرنیا، ۱۳۹۵). در حقیقت در مطالعه حاضر تلاش گردید تا بچه ماهیان کوی در سه محیط پرورش مختلف تحت تأثیر تراکم‌های مختلف، خصوصیات رنگ و عملکرد رشد آن‌ها به صورت کمی مورد مقایسه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در قالب یک طرح کاملاً تصادفی طی یک دوره پرورش ۴۵ روزه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی واقع در پارک حفاظت‌شده‌ی خجیر (تهران) اجرا گردید. بدین منظور تعداد ۶۷۵ عدد ماهی کوی از نوع نژاد باله‌بلند با میانگین وزن اولیه 0.054 ± 0.009 سانتی‌متر میانگین وزنی $1.0 \pm 0.09/8$ گرم از یکی از مراکز خصوصی تکثیر و پرورش ماهیان زینتی واقع در شهر شهریار (تهران) تهیه و توسط ماشین مخصوص حمل ماهی که دارای مخزن، ترمومتر دیجیتال و پمپ اکسیژن بود، به محل انجام آزمایش منتقل شدند. پس از بیومتری اولیه و سازگاری

دمایی با آب موجود در مخازن، بچه ماهیان به صورت تصادفی در ۹ تیمار آزمایشی هر کدام با سه تکرار تقسیم شدند. تیمارهای این آزمایش شامل تراکم‌های ۲۰، ۲۵ و ۳۰ عدد بچه ماهی کوی در هر مترمکعب در سه محیط مختلف پرورشی شامل استخرهای سیمانی، خاکی و مخازن فایبرگلاس هر کدام با ظرفیت ۱۰۰۰ لیتر بود. شستشو و ضدعفونی مخازن با استفاده از ۸/۹ میلی گرم در لیتر ماده ضدعفونی بر پایه پراسید استیک انجام شد (Hushangi and Hosseini Shekarabi, 2018). در طول دوره آزمایش دمای آب مخازن توسط دماسنج جیوه‌ای به صورت روزانه و میزان اکسیژن محلول، pH و هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه پرتابل دیجیتال Hack (Dr 1900, HACH Co., Germany) به صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. نتایج به دست آمده از سنجش فاکتورهای مذکور در قالب مقادیر میانگین در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: میانگین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در طول دوره پرورش

دمای آب (C°)	اکسیژن (mg/L)	محلول (µm/s)	هدایت الکتریکی pH
1±17	8/0±3/81	0/0±630/01	6/0±3/15

مقدار غذای روزانه با توجه به درصد وزن بدن (توده زنده) محاسبه شد و در سه نوبت (ساعات ۸:۰۰؛ ۱۲:۰۰ و ۱۸:۰۰) به میزان ۵ درصد وزن بدن در اختیار بچه ماهیان قرار گرفت (Takeuchi et al., 2005). جیره مورد استفاده، پلت اکستروود EX-SFC (ساخت شرکت چین، ایران) با ترکیبات تقریبی ۳۸ درصد پروتئین خام،

۱۰ درصد چربی خام، ۴/۵ درصد فیبر خام، رطوبت کمتر از ۱۰ درصد و انرژی خام ۴۱۰۰ کیلوکالری بر گرم بود. به منظور اندازه‌گیری پارامترهای رشد (افزایش وزن، افزایش طول، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه)، درصد تلفات و ضریب تبدیل غذایی از معادلات ریاضی زیر استفاده شد (Hung et al., 1989).

شاخص کروما (معرف شدت وضوح رنگ) نیز با استفاده از فرمول‌های مربوطه محاسبه شدند (Hunt, 1977).

$$Chroma = (a^2 + b^2) \times 0.5$$

تجزیه و تحلیل آماری

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از طریق پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از طریق معنی‌دار بودن اختلاف بین پارامترهای مورد بررسی از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و برای مقایسه میانگین‌های بین تیمارها از تست جداساز دانکن (Duncan's Multiple Range Tests) استفاده شد. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری در سطح اطمینان ۵ درصد تعیین شد. تمام آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS (v. 18) انجام شد.

نتایج

پارامترهای رشد و تغذیه

نتایج آنالیز پارامترهای رشد در بچه ماهیان کوی تحت تأثیر روش مختلف پرورش با تراکم‌های متفاوت در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده بالاترین وزن نهایی $(12/1 \pm 38/25)$ گرم، طول نهایی $(10/05 \pm 1/72)$ سانتی‌متر، افزایش وزن $(10/48 \pm 1/98)$ گرم، افزایش طول $(9/51 \pm 1/96)$ سانتی‌متر، درصد افزایش وزن $(55/18 \pm 65/9)$ ، نرخ رشد ویژه $(1/0 \pm 80/1)$ درصد در روز و درصد بقاء (100) درصد در استخرهای سیمانی با کمترین تعداد تراکم (۲۰ عدد بچه ماهی در هر مترمکعب) ثبت شد ($p < 0/05$). این نتایج نشان داد که تمام پارامترهای مذکور به جز درصد بقاء بین تیمارهای

$$WG(g) = W_f - W_i$$

WG = افزایش وزن (گرم)؛ W_f = وزن نهایی (گرم)؛ W_i = وزن اولیه (گرم)

$$LG = TL_f - TL_i$$

TL = افزایش طول (سانتی‌متر)؛ TL_f = طول

نهایی (سانتی‌متر)؛ TL_i = طول اولیه (سانتی‌متر)

$$PBWI(\%) = [(W_f - W_i) / W_i] \times 100$$

PBWI = درصد افزایش وزن بدن

$$SGR(\%/day) = 100 \times [(\ln W_f - \ln W_i) / t]$$

$\ln W_f$ و $\ln W_i$ = لگاریتم طبیعی متوسط وزن

اولیه و نهایی (گرم)؛ t: مدت زمان پرورش (روز)

$$FCR = Feed\ intake / Weight\ gain$$

FCR = ضریب تبدیل غذایی؛ Feed intake =

مقدار غذای مصرفی (گرم)؛ Weight gain =

افزایش وزن (گرم)

$$SR = (N1 / N2) \times 100$$

SR = درصد بقاء؛ N1 = تعداد اولیه ماهیان؛

N2 = تعداد نهایی ماهیان

رنگ سنجی

در پایان دوره آزمایش، به منظور انجام آزمون رنگ سنجی از هر یک از تیمارهای آزمایشی تعداد ۳ نمونه ماهی (مجموعاً ۲۷ نمونه) به طور تصادفی صید و رنگ پوست بچه ماهیان با استفاده از سیستم رنگ سنجی هانتربل با کمک دستگاه کالرمتر HunterLab (DP-D25-9000, USA) مورد ارزیابی قرار گرفت. این نرم‌افزار رنگ را بر اساس سه فاکتور کمی L^* ، a^* و b^* ارائه می‌دهد؛ که در آن مؤلفه روشنایی (L^*) (در محدوده کاملاً سفید تا کاملاً سیاه) است و دو مؤلفه رنگی a^* که مؤلفه رنگی سبز تا قرمز و b^* که مؤلفه رنگی آبی تا زرد است به ترتیب در محدوده $+120$ و -120 می‌باشند (Afshari and Farahnaki, 2009).

با تراکم ۲۰ و ۲۵ عدد بچه ماهی در هر مترمکعب فاقد هرگونه اختلاف معنی‌داری بودند ($p > 0/05$). کمترین ضریب تبدیل غذایی نیز در استخرهای سیمانی با کمترین تعداد تراکم و بالاترین مقدار آن در استخرهای خاکی با تراکم ۲۵ عدد بچه ماهی در هر مترمکعب ثبت شد ($p < 0/05$). لازم به ذکر است در استخرهای سیمانی با تراکم‌های مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ ضریب تبدیل غذایی مشاهده نشد ($p > 0/05$).

رنگ سنجی

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از رنگ سنجی پوست بچه ماهیان اختلاف معنی‌داری در میزان شفافیت، خلوص رنگ، طیف رنگی زرد و طیف رنگی قرمز بین تیمارهای مختلف آزمایشی مشاهده شد ($p < 0/05$). بالاترین میزان شفافیت ($56/5 \pm 93/72$)، طیف رنگی قرمز ($3/64 \pm 0/03$)، طیف رنگی زرد ($14/31 \pm 1/39$) و کروما ($20/2 \pm 66/09$) در مخازن سیمانی با کمترین تعداد تراکم و کمترین میزان این شاخص‌ها در استخرهای خاکی با بیشترین تعداد تراکم ثبت شد (جدول ۲). لازم به ذکر است که در خصوص میزان شفافیت، طیف رنگی زرد و طیف رنگی قرمز بین تیمار با تراکم ۲۰ عدد بچه ماهی در هر مترمکعب در مقایسه با تیمار با تراکم ۲۵ عدد ماهی در هر مترمکعب در اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0/05$) (جدول ۳).

جدول ۲: مقایسه برخی از پارامترهای رشد اندازه گیری شده در بچه ماهیان کوی (*Cyprinus carpio* var. *koi*) در تیمارهای آزمایشی با تراکم های مختلف (انحراف معیار $\pm$ معیار)

پارامتر	تیمار	استخر سیمانی			استخر خاکی			مخازن فایبرگلاسی		
		۲۰	۲۵	۳۰	۲۰	۲۵	۳۰	۲۰	۲۵	۳۰
وزن نهایی (g)		۱۲/۱±۳۸/۲۵ ^a	۱۱/۰±۹۸/۸۱ ^a	۸/۰±۹۹/۸۴ ^b	۳/۰±۰۲/۱۳ ^{cd}	۲/۰±۹۳/۱۳ ^{cd}	۲/۰±۸۰/۲۰ ^d	۳/۰±۹۹/۲۲ ^c	۳/۰±۱۸/۶۲ ^{cd}	۳/۰±۱۹/۱۸ ^{cd}
طول نهایی (cm)		۱۰/۱±۰۵/۷۲ ^a	۹/۰±۷۵/۸۵ ^a	۸/۰±۱۴/۸۴ ^b	۵/۱±۸۰/۰۲ ^c	۶/۰±۸۵/۲۱ ^{bc}	۵/۰±۷۳/۷۰ ^c	۶/۱±۹۱/۰۱ ^{bc}	۶/۱±۹۶/۳۴ ^{bc}	۶/۰±۶۱/۳۳ ^{bc}
افزایش وزن (g)		۱۰/۱±۴۸/۹۸ ^a	۱۰/۱±۰۸/۷۴ ^a	۷/۰±۰۹/۹۸ ^b	۱/۰±۱۲/۲۰ ^{cd}	۱/۰±۰۳/۱۳ ^{cd}	۰/۰±۹۰/۰۱ ^d	۲/۰±۰۹/۱۶ ^c	۱/۰±۲۸/۲۸ ^{cd}	۱/۰±۲۹/۶۷ ^{cd}
افزایش طول (cm)		۹/۱±۵۱/۹۶ ^a	۹/۱±۲۱/۷۷ ^a	۷/۱±۶۰/۰۱ ^b	۵/۰±۲۶/۸۹ ^c	۶/۰±۳۱/۳۴ ^{bc}	۵/۰±۱۹/۳۷ ^c	۶/۱±۳۷/۶۲ ^{bc}	۶/۰±۴۲/۸۹ ^{bc}	۶/۰±۰۷/۰۷۳ ^{bc}
درصد افزایش وزن (%)		۵۵/۱±۶۵±۸/۹ ^a	۵۳/۰/۴۲±۵/۸ ^a	۳۷۳/۴۴±۳/۲ ^b	۵۸/۴±۹/۷۰ ^{cd}	۵۴/۵±۴/۵۷ ^{cd}	۴۷/۴±۳/۷۹ ^d	۱۱/۰/۱۱±۲/۶ ^c	۶۷/۳±۵/۷۲ ^{cd}	۶۸/۳±۳/۷۹ ^{cd}
نرخ رشد ویژه (/day)		۱/۰±۸۰/۱۰ ^a	۱/۰±۷۷/۰۶ ^a	۱/۰±۴۴/۰۹ ^b	۰/۰±۴۴/۰۳ ^d	۰/۰±۳۶/۰۴ ^d	۰/۰±۳۷/۰۶ ^d	۰/۰±۷۱/۰۵ ^c	۰/۰±۴۸/۰۹ ^{cd}	۰/۰±۵۰/۰۷ ^{cd}
ضریب تبدیل غذایی		۰/۰±۷۴/۰۸ ^c	۰/۰±۷۷/۰۵ ^c	۱/۰±۰۲/۰۹ ^c	۳/۰±۰۴/۰۱ ^{ab}	۳/۰±۵۵/۸۹ ^a	۳/۰±۲۹/۲۳ ^a	۲/۰±۳۰/۱۳ ^b	۲/۰±۹۸/۶۳ ^{ab}	۲/۰±۸۸/۱۷ ^{ab}
نرخ زندهمانی (%)		۱۰۰ ^a	۹۳/۳±۱۸/۳۶ ^b	۸۶/۴±۵۱/۶۵ ^c	۷۱/۳±۶۷/۸۷ ^e	۷۸/۲±۴۷/۷۰ ^d	۶۶/۲±۴۱/۶۵ ^{ef}	۶۳/۴±۷۴/۹۳ ^f	۵۸/۳±۲۰/۴۸ ^{fh}	۵۳/۵±۳۱/۹۵ ^h

* داده های ذکر شده به صورت انحراف معیار $\pm$ میانگین هستند

* داده های موجود در یک ستون که دارای بالانویس های متفاوتی می باشند از نظر آماری دارای تفاوت معنادار هستند ($p < ۰/۰۵$).

جدول ۳: مقایسه پارامترهای رنگ ظاهری در بچه ماهیان کوی تحت تأثیر تراکم های مختلف

مخازن	تراکم	L*	a*	b*	C
سیمانی	۲۰	۵۶/۵±۹۳/۷۲ ^a	۳/۰±۶۴/۷۲ ^a	۱۴/۱±۳۱/۳۹ ^a	۲۰/۲±۶۶/۰۹ ^a
	۲۵	۵۶/۱±۲۵/۶۳ ^a	۳/۰±۵۵/۷۳ ^a	۱۴/۱±۱۹/۵۲ ^a	۱۷/۱±۹۵/۷۶ ^{ab}
	۳۰	۴۶/۵±۵۸/۴۵ ^b	۲/۰±۶۱/۶۴ ^{ab}	۱۱/۱±۷۸/۱۴ ^a	۱۲/۱±۸۴/۹۸ ^{cd}
خاکی	۲۰	۴۶/۲±۸۸/۴۵ ^b	۰/۰±۶۸/۱۷ ^c	۳/۰±۴۲/۸۰ ^c	۷/۰±۸۳/۷۷ ^{df}
	۲۵	۲۷/۶±۴۸/۸۴ ^d	۰/۰±۵۷/۱۷ ^c	۲/۰±۳۵/۲۹ ^c	۷/۰±۷۳/۹۹ ^{df}
	۳۰	۲۵/۱±۸۸/۸۲ ^d	۰/۰±۴۲/۱۴ ^c	۱/۰±۷۹/۵۲ ^c	۴/۰±۲۳/۲۵ ^f
فایبرگلاسی	۲۰	۳۷/۷±۲۴/۱۸ ^c	۱/۰±۳۱/۳۷ ^{bc}	۶/۱±۶۱/۶۱ ^b	۱۴/۳±۷۵/۴۴ ^{bc}
	۲۵	۴۴/۳±۲۲/۲۴ ^{bc}	۱/۰±۳۵/۳۸ ^{bc}	۸/۳±۱۳/۰۶ ^b	۱۳/۳±۱۹/۴۶ ^{cd}
	۳۰	۴۵/۴±۴۴/۵۷ ^{bc}	۱/۰±۱۲/۵۵ ^{bc}	۷/۱±۸۴/۶۲ ^b	۱۰/۳±۳۱/۱۹ ^{de}

* داده های ذکر شده به صورت انحراف معیار $\pm$ میانگین هستند

* داده های موجود در یک ستون که دارای بالانویس های متفاوتی می باشند از نظر آماری دارای تفاوت معنادار هستند ($p < ۰/۰۵$).

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پارامترهای رشد در بچه ماهیان کوی پرورش یافته در مخازن سیمانی با تراکم ۲۵-۲۰ عدد بچه ماهی در هر مترمکعب نسبت به تراکم‌های مشابه و بالاتر در سایر محیط‌های پرورشی به شکل معنی‌داری بالاتر است. گزارش شده است که در اثر افزایش تراکم تنش‌های فیزیکی افزایش یافته و باعث ایجاد استرس بین ماهیان شده که این موضوع می‌تواند در میزان رشد ماهیان اثرات منفی بگذارد (Gholipour et al., 2006). درواقع در تراکم‌های بالای ماهیان در شرایط محیطی مناسب، احتمالاً استرس ناشی از رقابت بر سر غذا را افزایش می‌دهد که یکی از عمده‌ترین دلایل کاهش رشد در این نوع ماهیان است. تحت شرایط استرس، ماهی به انرژی بیشتری نیاز دارد تا صرف فرایندهای هموستاتیک نماید. در حقیقت انرژی بیشتر از رشد، صرف خنثی‌سازی استرس می‌شود (بهره‌مند و سلیمانی راد، ۱۳۹۶). با توجه به اینکه در مطالعه حاضر پارامترهای مؤثر بر رشد نظیر نوع جیره، دفعات، میزان غذادهی و پارامترهای فیزیوشیمیایی آب برای همه مخازن به‌صورت جداگانه یکسان بود، بنابراین می‌توان گفت که اختلاف رشد مشاهده شده به‌طور عمده به تراکم‌های ذخیره‌سازی مربوط می‌شود. در تائید این نتایج بهره‌مند و سلیمانی راد (۱۳۹۶) شاهد کاهش معنی‌دار پارامترهای رشد و تغذیه در بچه ماهیان کوی پرورش یافته در مخازن فایبرگلاسی با ظرفیت ۱۰۰۰ لیتر با افزایش میزان تراکم از ۵۰ به ۳۰۰ عدد در هر مترمکعب بودند. کیهانی و همکاران (۱۳۹۲) نیز در مطالعه خود گزارش دادند که افزایش تراکم میزان رشد طولی لاروهای ماهی آنجل (*Pterophyllum scalare*)

در تیمارهای با تراکم پایین در مقایسه با تراکم‌های بالاتر به شکل معنی‌داری بیشتر است. Diatin و همکاران (۲۰۱۵) با پرورش ماهی کوریدوراس (*Corydoras aeneus*) به مدت ۶۰ روز در تیمارهایی با تراکم‌های ۳۰۰، ۴۵۰ و ۶۰۰ عدد در هر مترمکعب شاهد افزایش پارامترهای رشد در تیمارهای با کمترین تعداد تراکم بودند. Jha و Barat (۲۰۰۵) بهترین میزان تراکم در پرورش ماهی کوی در استخرهای سیمانی به‌منظور دستیابی به حداکثر رشد و رسیدن به‌اندازه بازاری را ۳۰۰ عدد در هر مترمکعب گزارش دادند که بسیار بیشتر از تراکم‌های در نظر گرفته شده در مطالعه حاضر بود. این محققین در مطالعات خود بیان داشتند که با افزایش تراکم عملکرد رشد ماهیان کوی کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد؛ که این یافته در توجیه کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای با تراکم ذخیره‌سازی بالا بخصوص در استخرهای خاکی است (Culberson et al., 1996; Caldwell and Hinshaw, 1994).

با بررسی درصد بازماندگی در مطالعه حاضر به نظر می‌رسد بچه ماهیان کوی تحمل افزایش تراکم بیش از ۲۰ عدد در هر مترمکعب را در استخرهای سیمانی ندارد؛ چراکه این تیمار با افزایش میزان تراکم با تلفات مواجه بود. درحالی‌که در تیمار با کمترین تعداد تراکم هیچ‌گونه تلفاتی تا پایان دوره مطالعه ثبت نشد. در استخرهای خاکی و مخازن فایبرگلاس نیز شدت تلفات در مقایسه با استخرهای سیمانی به‌مراتب شدیدتر بود. عوامل متعددی می‌تواند در این زمینه مؤثر باشند که کاهش دسترسی به غذا و به‌تبع آن کاهش رشد (Bilen et al., 2015)، کمبود اکسیژن و برهم‌کنش‌های بین ماهیان، مهم‌ترین عوامل به نظر

می‌رسند (بهره‌مند و سلیمانی راد، ۱۳۹۶). در تأیید این نتایج گزارش شده است که با افزایش میزان تراکم درصد بقای ماهیان آنجل نیز کاهش معنی‌داری می‌یابد (کیهانی و همکاران، ۱۳۹۲). درصد تلفات بچه ماهیان کوی در استخرهای فایبرگلاسی نیز با افزایش تراکم کاهش معنی‌داری نشان داد (بهره‌مند و سلیمانی راد، ۱۳۹۶). در مطالعه Wallat و همکاران (۲۰۰۴) متوسط نرخ بقاء در ماهیان قزل‌آلای پرورشی در شرایط پرورش در قفس با تراکم‌های پایین ۹۶/۷ درصد و در تراکم بالا ۹۴/۲ درصد گزارش شد؛ اما در مطالعه Sirakov و Ivancheva (۲۰۰۸) و Kapinga و همکاران (۲۰۱۴) به ترتیب افزایش تراکم تأثیری در نرخ بقای ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان و تیلاپای نیل نداشت.

رنگ پوست ماهیان زینتی به‌عنوان عامل کیفی مهم برای جلب توجه مصرف‌کنندگان بوده و بازارپسندی این ماهیان غالباً بر اساس رنگ جذاب آن‌ها است (Wang et al., 2006). نتایج آزمایشات رنگ سنجی در مطالعه‌ی حاضر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در رنگ پوست بچه ماهیان کوی در استخرهای سیمانی در تراکم‌های پایین ذخیره‌سازی از نظر شفافیت، طیف‌های رنگی قرمز تا زرد، آبی تا سبز، کروما و هیو در مقایسه با مخازن فایبرگلاسی و استخرهای خاکی بود. با توجه به اینکه رنگ بازارپسند برای ماهی کوی دو رنگ قرمز و سفید با شفافیت بالاست با توجه به اینکه در مخازن سیمانی شاهد حضور ماهیانی با رنگ قرمز بیشتری نسبت به الباقی مخازن با تراکم‌های مشابه و بالاتر بود، به نظر می‌رسد پرورش این ماهیان در مخازن سیمانی می‌تواند در تولید ماهیانی با میزان بازارپسندی بیشتر مؤثر باشد. چراکه این فاکتور از نظر

تجاری در پرورش ماهیان کوی از مطلوبیت بیشتری برخوردار بوده هرچه میزان قرمزی پوست یا به عبارتی رنگ ماهی بیشتر باشد قیمت تجاری ماهی نیز به همان نسبت افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه اصولاً رنگ بدن موجودات زنده تابع دو عامل ژنتیکی و تغذیه‌ای است (غیاثوند و شاپوری، ۱۳۸۷) و تحت تأثیر عوامل مختلف از قبل تغییر در شرایط فیزیکیوشیمیایی رنگ بدن آبریان نیز تغییر ننماید؛ لذا می‌توان تفاوت‌های مشاهده‌شده در رنگ سنجی ماهیان کوی در مطالعه حاضر را ناشی از تفاوت موجود در شرایط فیزیکیوشیمیایی محیط‌های پرورشی از قبیل تفاوت در نور، دما و محیط پرورش دانست (Gupta et al., 2006). به نظر می‌رسد احتمالاً بچه ماهیان پرورش‌یافته در استخرهای سیمانی با توجه به مدیریت مناسب‌تر شرایط پرورش و کاهش عوامل استرس‌زا در نتیجه رنگ‌پذیری بالاتر بدن نسبت به محیط‌های طبیعی مثل استخرهای خاکی، محیطی مناسب برای پرورش این گونه بخصوص در تراکم‌های پایین باشد. جلبک اسپرولینا حاوی سه نوع رنگ‌دانه کلروفیل (۱/۷ درصد ترکیبات آلی سلولی)، کاراتینوئید و زانتوفیل (۰/۵ درصد وزن مواد آلی) و دو نوع فیکوپروپروتئین بنام C فیکوسیائین و آلفوفیکوسیائین است (بیرانوند و همکاران، ۱۳۹۴). ضمن آنکه تغذیه با جلبک اسپرولینا باعث فعال شدن ساخت پروتئین‌ها و همچنین افزایش رشد نیز می‌شود (سلیقه زاده و همکاران، ۱۳۹۳). سوداگر و همکاران با بررسی جلبک اسپرولینا در جیره غذایی ماهی دماسونی (*Pseudotropheus demasoni*) شاهد تغییرات معنی‌داری در شاخص‌های روشنائی و قرمزی بودند که این نتایج همسو با نتایج مطالعه حاضر بود؛ اما

برخلاف نتایج حاضر این محققین اختلاف معنی‌داری در مؤلفه b^* مشاهده نکردند.

درمجموع نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از تراکم‌های پایین ۲۵-۲۰ عدد بچه ماهی در هر مترمکعب در مخازن سیمانی می‌تواند تأثیرات مثبت و معنی‌داری بر پارامترهای رشد و رنگ پوست بچه ماهیان کوی داشته باشد؛ درحالی‌که با افزایش میزان تراکم و سایر محیط‌های پرورش ازجمله استخرهای خاکی و مخازن فایبرگلاسی در تراکم‌های مشابه و بالاتر می‌تواند باعث تأثیرات منفی بر پارامترهای عنوان‌شده داشته باشد.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. بهره‌مند، م.، سلیمانی راد، آ.، ۱۳۹۶. تأثیر تراکم ذخیره‌سازی بر عملکرد رشد، ایمنی و استرس در ماهی کوی *Cyprinus carpio* var. Koi (Linnaeus, 1758). مجله بوم‌شناسی آبزیان، ۶(۲)، ۲۰-۱۰.
۲. بیرانوند، م.، قائنی، م.، ولایت زاده، م.، ۱۳۹۴. تأثیر مکمل جلبک اسپرولینا (*Spirulina* sp.) بر رشد و تغذیه ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio* Hamilton, 1822). مجله یافته‌های نوین در علوم زیستی، ۲(۳)، ۲۱۵-۲۰۷.
۳. زارع، ر.، بهمنی، م.، یاوری، و.، کاظمی، ر.ا.، فاضلی، ن.، پوردهقان، م.، محمدیان، ت.، ۱۳۹۱.

- اثرات تراکم پرورش بر گلبول‌های سفید و سطوح کورتیزول پلاسمای خون تاسماهی سیری (*Acipenser baerii*). مجله دامپزشکی ایران، ۸(۲)، ۳۲-۲۲.
۴. سلیقه زاده، ر.، یاوری، و.، موسوی، س.م.، ذاکری، م.، ۱۳۹۳. اثر سطوح مختلف مکمل تغذیه‌ای جلبک اسپرولینا *Spirulina platensis* بر برخی شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیب بیوشیمیایی بدن ماهی بنی‌انگشت قد *Mesopotamichthys* (Günther, 1874) *sharpeyi*. مجله اقیانوس‌شناسی، ۵(۱۸)، ۲۱-۲۷.
۵. سوداگر، م.، خالصه، م.، مازندرانی، م.، حسینی، س.ع.، ذکرایی، ح.، ۱۳۹۵. تأثیر جلبک اسپرولینا (*Spirulina* sp.) بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و رنگ‌پذیری ماهی دماسونی (*Pseudotropheus demasoni*) مجله علمی شیلات ایران، ۶۹(۱)، ۲۱-۲۷.
۶. شادی، ا.، پیرنیا، ا.، ۱۳۹۵. بهبود رنگ پوست ماهی سیکلید مالاوی (*Pseudotropheus zebra*) با تجویز خوراکی ریز جلبک اسپرولینا (*Arthrospira maxima*). مجله علوم و فنون دریایی، ۱۵(۳)، ۶۴-۷۶.
۷. غیاثوند، ز.، شاپوری، م.، ۱۳۸۷. تأثیر رنگ‌دانه‌های طبیعی و مصنوعی بر ماهی اسکار سفید. مجله زیست‌شناسی دریا، ۱(۳)، ۷۸-۸۵.
۸. کیهانی، س.ح.ر.، فرحی، ا.، کثیری، م.، ۱۳۹۲. تأثیر تراکم ذخیره‌سازی بر رشد و بقای لارو ماهی آنجل (*Pterophyllum scalare*). فصلنامه علوم تکثیر و آبرزی پروری، ۱(۳)، ۵۳-۵۸.
9. Abdel-Tawwab, M., Mousa, M., Sharaf, S., Ahmad, M., 2005. Effect of crowding stress

- Agricultural Sciences and Technology, 2(1), 23-27.
19. Culberson, S.D., Piedrahita, R.H., 1996. Aquaculture pond ecosystem model: temperature and dissolved oxygen prediction mechanism and application. *Ecological Modelling*, 89, 231-258.
 20. Diatin, I., Suprayudi, M.A., Budiardi, T., Surawidjaja, E.H., 2015. Intensive culture of corydoras ornamental fish (*Corydoras aeneus*): evaluation of stocking density and water exchange. *AACL Bioflux*, 8(6), 975-987.
 21. Faria, P.M.C., Ribeiro, K., Almeida, C.F., Santos, F.W.M., Santos, R.F.B., 2016. Aquicultura ornamental: um mercado promissor. *Panorama Aquiculture*, 26, 24-37.
 22. Gholipour, F., Allame, S.K., Mohamadi Arani, M., Nasre Esfahani, M., 2006. Effect of density on growth and feed conversation ratio in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Pajouhesh-Va-Sazandegi*, 19(1), 23-27.
 23. Gomes, E., Dias, J., Silva, P., Valente, L., Empis, J., Gouvela, J.B., Young, A., 2002. Utilization of natural and synthetic sources of carotenoids in skin pigmentation of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*), *European Food Research and Technology*, 214, 287-293.
 24. Gouvial, L., Gomes, E., Empis, J., 1997. Use of *Chlorella vulgaris* in diets for rainbow trout to enhance pigmentation of muscle. *Aquaculture*, 7, 61-70.
 25. Gupta, S.K., Jha, A.K., Pal, A.K., Venkateshwarlu, G., 2006. Use of natural carotenoids for pigmentation in fish. *Natural Product Radiance*, 6, 46-49.
 26. Haniffa, M.A., Benziger, P.S.A., Arockiaraj, A.J., Nagarajan, M., Siby, P., 2007. Breeding behaviour and embryonic development of Koi carp (*Cyprinus carpio*). *Taiwania*, 52(1), 93-99.
 27. Hickling, S., Martin, M.T., Brewster, B., 2007. *The Essential Book of Koi: A Complete Guide to Keeping and Care*. TFH Publications Inc., New Jersey, 256p.
 28. Hung, S.S.O., lutes, P.B., Storebakken, T., 1989. Growth and feed efficiency of whitesturgeon (*Acipenser transmontanus*) on some physiological functions of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* fed different dietary protein levels. *International Journal of Zoological Research*, 1, 141-147.
 10. Abidi, R., Khan, G.E., Chauhan, U.K., 2011. Monogenean infestations among freshwater ornamental fishes: an overview. *Journal of Ecophysiology and Occupational Health*, 11(3-4), 199-203.
 11. Abou-Zied, R.M., Ali, A.A.A., 2012. Effect of stocking density in intensive fish culture system on growth performance, feed utilization and economic productivity of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) reared in hapas. *Abbassa International Journal for Aquaculture*. 5(1), 487-499.
 12. Afshari, H. and Farahnaki, A., 2009. The possibility of using Photoshop software to measure the color of food: color change Mazafati date in getting the synthetic pitch. *Journal of Food Research*, 5(1), 37-46.
 13. Bilen, S., Bilen, A.M., Önal, U., 2015. The effects of oxygen supplementation on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in different stocking densities. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 14(3), 538-545.
 14. Broad, S., Mulliken, T., Roe, D., 2003. The nature and extent of legal and illegal trade in wildlife. In: *The trade in wildlife – regulation for conservation*. Oldfield S. (ed), Earthscan, London, UK, 210p.
 15. Buentello, J.A., Gatlin, D.M., Neill, W.H., 2000. Effects of water temperature and dissolved oxygen on daily feed consumption, feed utilization and growth of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 182, 339-352.
 16. Caldwell, C.A., Hinshaw, J., 1994. Physiological and haematological responses in rainbow trout subjected to supplemental dissolved oxygen in fish culture. *Aquaculture*, 126, 183-193.
 17. Chapman, F.A., Fitzcoy, S.A., Thunberg, E.M., Adams, C.M., 1997. United States of America trade in ornamental fish. *Journal of World Aquaculture Society*, 28, 1-10.
 18. Charoo, S.Q., Chalkoo, S.R., Qureshi, T.A., 2013. Effect of Stocking Density Stress on the Hematological Profile of *Oncorhynchus mykiss*. *International Journal of Advanced*

38. Wallat, G.K., Tiu, L.G., Rapp, J.D., Moore, R., 2004. Effect of stocking density on growth, yield and costs of producing rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in cages. *Journal of Applied Aquaculture*, 15(3-4), 73-82.
39. Wang, Y.J., Chien, Y.H., Pan, C.H., 2006. Effects of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation and antioxidant capacity of characins, *Hyphessobrycon callistus*. *Aquaculture*, 261(2), 641-648.
- sub yearling at different feeding rates. *Aquaculture*, 80, 147-153.
29. Hunt, R.W.G., 1977. The specification of colour appearance. I. Concepts and terms. *Journal of Color Research and Application*, 2(2), 55-68.
30. Hushangi, R., Hosseini Shekarabi, S.P., 2018. Effect of a Peracetic Acid-Based Disinfectant on Growth, Hematology and Histology of Juvenile Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fishes*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.3390/fishes3010010>
31. Jha, P., Barat, S., 2005. The Effect of stocking density on growth, survival rate, and number of marketable fish produced of Koi carps, *Cyprinus carpio* vr. Koi in concrete tanks. *Journal of Applied Aquaculture*, 17(3), 89-102.
32. Kamal, S.M., Omar, W.A., 2011. Effect of Different Stocking Densities on Hematological and Biochemical Parameters of Silver Carp, *Hypophthalmichthys molitrix* Fingerlings. *Life Science Journal*, 8(4), 580-586.
33. Kapinga, I., Mlaponi, E., Kasozi, N., 2014. Effect of stocking density on the growth performance of sex reversed male Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) under pond conditions in tanzania. *World journal of fish and marine sciences*, 6(2), 156-161.
34. Kop, A., Durmaz, Y., 2008. The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the cichlids (*Cichlasoma severum* sp., Heckel 1840). *Aquaculture*, 16, 117-122.
35. Sirakov, I., Ivancheva, E., 2008. Influence of stocking density on the growth performance of rainbow trout and brown trout grown in recirculation system. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 14(2), 150-154.
36. Takeuchi, T., Satoh, S., Kiron, V. 2002. Common carp. In: Webster, C.D., Lim, C. (eds). *Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture*. CABI Publishing, 245-261 pp.
37. Turnbull, J., Alisdair, B., Colin, A., James, B., Felicity, H., 2005. Stocking density and welfare of cage farmed Atlantic salmon: Application of multivariate analysis. *Aquaculture*, 243, 121-132.